

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6712590号
(P6712590)

(45) 発行日 令和2年6月24日(2020.6.24)

(24) 登録日 令和2年6月3日(2020.6.3)

(51) Int.Cl.

F 1

G 0 1 S 5/02 (2010.01)
G 0 1 S 19/37 (2010.01)G 0 1 S 5/02
G 0 1 S 19/37

Z

請求項の数 35 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2017-524067 (P2017-524067)
 (86) (22) 出願日 平成27年7月22日 (2015.7.22)
 (65) 公表番号 特表2017-524957 (P2017-524957A)
 (43) 公表日 平成29年8月31日 (2017.8.31)
 (86) 國際出願番号 PCT/AU2015/050412
 (87) 國際公開番号 WO2016/011505
 (87) 國際公開日 平成28年1月28日 (2016.1.28)
 審査請求日 平成30年7月19日 (2018.7.19)
 (31) 優先権主張番号 2014902899
 (32) 優先日 平成26年7月25日 (2014.7.25)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
オーストラリア(AU)

(73) 特許権者 517027136
ロケイタ コーポレイション プロプライ
エタリー リミテッド
オーストラリア オーストラリアン キャ
ピタル テリトリー 2617 ブルース
ザイン ストリート 24-34 トレ
イガー コート ユニット 14 (プロ
ック ディー)
 (74) 代理人 100086771
弁理士 西島 孝喜
 (74) 代理人 100088694
弁理士 弟子丸 健
 (74) 代理人 100094569
弁理士 田中 伸一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】動的位置ネットワークを時系列的に同期させる方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

測位ユニット装置と基準送信機とが相対的に動いている場合に、前記測位ユニット装置によって生成された一意の測位信号を前記基準送信機によって生成された基準測位信号に時系列的に同期させる方法であって、前記測位ユニット装置が、

- a) 前記基準測位信号を受け取って解釈するステップと、
- b) ステアリング済みの送信機クロックに整合させられた一意の測位信号を生成して送信するステップと、
- c) 前記一意の測位信号を受け取って解釈するステップと、
- d) 前記受け取った基準測位信号と前記受け取った一意の測位信号との間の搬送波周波数差を測定するステップと、
- e) 前記相対的な動きに関連するドップラーを推定するステップと、
- f) 前記ステアリング済みの送信機クロックの周波数を、前記測定された搬送波周波数差及び前記推定されたドップラーから導出される量だけ調整するステップと、
- g) 前記受け取った基準測位信号と前記受け取った一意の測位信号との間の時間差を測定するステップと、
- h) 前記基準送信機と測位ユニット装置との間の基準信号伝搬遅延を推定するステップと、
- i) 前記測定された時間差と、前記推定された基準信号伝搬遅延とに従って、前記一意の測位信号の生成を調整するステップと、

10

20

を含み、前記測位ユニット装置は、前記基準送信機の軌道データ又は前記測位ユニット装置の軌道データ又はこれらの両方から前記ドップラー及び前記基準信号伝搬遅延を推定して、前記一意の測位信号を前記基準測位信号に時系列的に同期させる、ことを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記基準送信機は、慣性航法システム、全地球航法衛星システムの衛星からの測位信号を受信するための受信機、又は同期した測位ユニット装置のローカルネットワークからの測位信号を受信するための受信機のうちの1つ又は2つ以上を含む追跡装置を用いて自機の軌道データを測定し、該軌道データをブロードキャストする、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

前記測位ユニット装置は、慣性航法システム、全地球航法衛星システムの衛星からの測位信号を受信するための受信機、又は同期した測位ユニット装置のローカルネットワークからの測位信号を受信するための受信機のうちの1つ又は2つ以上を含む追跡装置を用いて自機の軌道データを測定する、

請求項1又は2に記載の方法。

【請求項 4】

前記軌道データは、位置情報、速度情報及び加速度情報のうちの1つ又は2つ以上を含む、

請求項1から3のいずれか1項に記載の方法。

【請求項 5】

前記軌道データは、位置、速度及び加速度のうちの1つ又は2つ以上の予測を含む、請求項4に記載の方法。

【請求項 6】

前記測位ユニット装置は、予測ルーチンを利用して、前記ドップラーを推定する、又は、前記基準信号伝搬遅延を推定する、請求項1から5のいずれか1項に記載の方法。

【請求項 7】

測位ユニット装置と基準送信機とが相対的に動いている場合に、前記基準送信機によって生成された基準測位信号と前記測位ユニット装置によって生成された一意の測位信号との間の周波数コヒーレンスをもたらす方法であって、前記測位ユニット装置が、

a) 前記基準測位信号を受け取って解釈するステップと、

b) ステアリング済みの送信機クロックに整合させられた一意の測位信号を生成して送信するステップと、

c) 前記一意の測位信号を受け取って解釈するステップと、

d) 前記受け取った基準測位信号と前記受け取った一意の測位信号との間の搬送波周波数差を測定するステップと、

e) 前記相対的な動きに関連するドップラーを推定するステップと、

f) 前記ステアリング済みの送信機クロックの周波数を、前記測定された搬送波周波数差及び前記推定されたドップラーから導出される量だけ調整するステップと、

を含み、前記測位ユニット装置は、前記基準送信機の軌道データ又は前記測位ユニット装置の軌道データ又はこれらの両方から前記ドップラーを推定して、前記一意の測位信号が前記基準測位信号との周波数コヒーレンスを有するようにする、

ことを特徴とする方法。

【請求項 8】

前記基準送信機は、慣性航法システム、全地球航法衛星システムの衛星からの測位信号を受信するための受信機、又は同期した測位ユニット装置のローカルネットワークからの測位信号を受信するための受信機のうちの1つ又は2つ以上を含む追跡装置を用いて自機の軌道データを測定し、該軌道データをブロードキャストする、請求項7に記載の方法。

【請求項 9】

前記測位ユニット装置は、慣性航法システム、全地球航法衛星システムの衛星からの測位信号を受信するための受信機、又は同期した測位ユニット装置のローカルネットワーク

10

20

40

50

からの測位信号を受信するための受信機のうちの 1 つ又は 2 つ以上を含む追跡装置を用いて自機の軌道データを測定する、
請求項 7 又は 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記軌道データは、位置情報、速度情報及び加速度情報のうちの 1 つ又は 2 つ以上を含む、

請求項 7 から 9 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 11】

前記軌道データは、位置、速度及び加速度のうちの 1 つ又は 2 つ以上の予測を含む、
請求項 10 に記載の方法。 10

【請求項 12】

前記測位ユニット装置は、予測ルーチンを利用して前記ドップラーを推定する、
請求項 7 から 11 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 13】

測位ユニット装置と基準送信機とが相対的に動いている場合に、前記測位ユニット装置によって生成された一意の測位信号を前記基準送信機によって生成された基準測位信号に時系列的に同期させる前記測位ユニット装置であって、

a) 前記基準測位信号を受け取って解釈する手段と、

b) ステアリング済みの送信機クロックに整合させられた前記一意の測位信号を生成して送信する手段と。 20

c) 前記一意の測位信号を受け取って解釈する手段と、

d) 前記受け取った基準測位信号と前記受け取った一意の測位信号との間の搬送波周波数差を測定する手段と、

e) 前記相対的な動きに関連するドップラーを推定する手段と、

f) 前記ステアリング済みの送信機クロックの周波数を、前記測定された搬送波周波数差及び前記推定されたドップラーから導出される量だけ調整する手段と、

g) 前記受け取った基準測位信号と前記受け取った一意の測位信号との間の時間差を測定する手段と、

h) 前記基準送信機と測位ユニット装置との間の基準信号伝搬遅延を推定する手段と、

i) 前記測定された時間差と、前記推定された基準信号伝搬遅延とに従って、前記一意の測位信号の生成を調整する手段と。 30

を備え、前記測位ユニット装置は、前記基準送信機の軌道データ又は前記測位ユニット装置の軌道データ又はこれらの両方から前記ドップラー及び前記基準信号伝搬遅延を推定して、前記一意の測位信号を前記基準測位信号に時系列的に同期させる、
ことを特徴とする測位ユニット装置。

【請求項 14】

前記測位ユニット装置は、慣性航法システム、全地球航法衛星システムの衛星からの測位信号を受信するための受信機、又は同期した測位ユニット装置のローカルネットワークからの測位信号を受信するための受信機のうちの 1 つ又は 2 つ以上を含む追跡装置を用いて自機の軌道データを測定するように適合される、
請求項 13 に記載の測位ユニット装置。 40

【請求項 15】

前記軌道データは、位置情報、速度情報及び加速度情報のうちの 1 つ又は 2 つ以上を含む、

請求項 13 又は 14 に記載の測位ユニット装置。

【請求項 16】

前記軌道データは、位置、速度及び加速度のうちの 1 つ又は 2 つ以上の予測を含む、
請求項 15 に記載の測位ユニット装置。

【請求項 17】

前記ドップラーを推定する前記手段、又は、前記基準信号伝搬遅延を推定する前記手段 50

は、予測ルーチンを利用するように適合される、

請求項 13 から 16 のいずれか 1 項に記載の測位ユニット装置。

【請求項 18】

測位ユニット装置とが基準送信機が相対的に動いている場合に、前記基準送信機によって生成された基準測位信号と前記測位ユニット装置によって生成された一意の測位信号との間の周波数コヒーレンスをもたらす前記測位ユニット装置であって、

a) 前記基準測位信号を受け取って解釈する手段と、

b) ステアリング済みの送信機クロックに整合させられた前記一意の測位信号を生成して送信する手段と、

c) 前記一意の測位信号を受け取って解釈する手段と、

d) 前記受け取った基準測位信号と前記受け取った一意の測位信号との間の搬送波周波数差を測定する手段と、

e) 前記相対的な動きに関連するドップラーを推定する手段と、

f) 前記ステアリング済みの送信機クロックの周波数を、前記測定された搬送波周波数差及び前記推定されたドップラーから導出される量だけ調整する手段と、

を備え、前記測位ユニット装置は、前記基準送信機の軌道データ又は前記測位ユニット装置の軌道データ又はこれらの両方から前記ドップラーを推定して、前記一意の測位信号が前記基準測位信号との周波数コヒーレンスを有するようにする、

ことを特徴とする測位ユニット装置。

【請求項 19】

前記測位ユニット装置は、慣性航法システム、全地球航法衛星システムの衛星からの測位信号を受信するための受信機、又は同期した測位ユニット装置のローカルネットワークからの測位信号を受信するための受信機のうちの 1 つ又は 2 つ以上を含む追跡装置を用いて自機の軌道データを測定するように適合される、

請求項 18 に記載の測位ユニット装置。

【請求項 20】

前記軌道データは、位置情報、速度情報及び加速度情報のうちの 1 つ又は 2 つ以上を含む、

請求項 18 又は 19 に記載の測位ユニット装置。

【請求項 21】

前記軌道データは、位置、速度及び加速度のうちの 1 つ又は 2 つ以上の予測を含む、
請求項 20 に記載の測位ユニット装置。

【請求項 22】

前記ドップラーを推定する前記手段は、予測ルーチンを利用するように適合される、
請求項 18 から 21 のいずれか 1 項に記載の測位ユニット装置。

【請求項 23】

1 又は 2 以上の基準送信機と、1 又は 2 以上の測位ユニット装置とを含み、前記測位ユニット装置の少なくとも 1 つが、該測位ユニット装置自体又は前記基準送信機の動きに起因して前記基準送信機に対して相対的に動いている位置ネットワークにおいて、ローピング位置受信機の位置を特定する方法であって、

a) 前記 1 又は 2 以上の基準送信機の各々が、該 1 又は 2 以上の基準送信機の時間基準に従って基準測位信号を生成して送信するステップと、

b) 前記基準送信機に対して相対的に動いている前記少なくとも 1 つの測位ユニット装置の各々が、

i) 前記 1 又は 2 以上の基準測位信号を受け取って解釈するステップと、

i i) ステアリング済みの送信機クロックに整合させられた一意の測位信号を生成して送信するステップと、

i i i) 前記一意の測位信号を受け取って解釈するステップと、

i v) 前記受け取った 1 又は 2 以上の基準測位信号の各々と前記受け取った一意の測位信号との間の搬送波周波数差を測定するステップと、

10

20

30

40

50

- v) 前記相対的な動きに関連するドップラーを推定するステップと、
- v i) 前記ステアリング済みの送信機クロックの周波数を、前記測定された搬送波周波数差及び前記推定されたドップラーから導出される量だけ調整するステップと、
- v i i) 前記受け取った1又は2以上の基準測位信号の各々と前記受け取った一意の測位信号との間の時間差を測定するステップと、
- v i i i) 前記1又は2以上の基準送信機の各々と前記測位ユニット装置との間の基準信号伝搬遅延を推定するステップと、
- i x) 前記測定された時間差及び前記推定された基準信号伝搬遅延に従って前記一意の測位信号の生成を調整するステップと、

を含み、前記基準送信機に対して相対的に動いている前記少なくとも1つの測位ユニット装置の各々は、前記基準送信機の軌道データ又は前記測位ユニット装置の軌道データ又はこれらの両方から前記ドップラー及び前記基準信号伝搬遅延を推定して、前記一意の測位信号を前記1又は2以上の基準測位信号に時系列的に同期させ、前記方法は、

- c) 前記ロービング位置受信機が、
前記時系列的に同期した一意の測位信号又は前記1又は2以上の基準測位信号又はこれらの両方を受け取るステップと、
その後に前記ロービング位置受信機の位置を計算するステップと、
をさらに含む、
ことを特徴とする方法。

【請求項24】

各動いている基準送信機又は測位ユニット装置は、慣性航法システム、全地球航法衛星システムの衛星からの測位信号を受信するための受信機、又は同期した測位ユニット装置のローカルネットワークからの測位信号を受信するための受信機のうちの1つ又は2つ以上を含む追跡装置を用いて自機の軌道データを測定し、該軌道データをブロードキャストする、

請求項23に記載の方法。

【請求項25】

前記軌道データは、位置情報、速度情報及び加速度情報のうちの1つ又は2つ以上を含む、

請求項23又は24に記載の方法。

【請求項26】

前記軌道データは、位置、速度及び加速度のうちの1つ又は2つ以上の予測を含む、
請求項25に記載の方法。

【請求項27】

前記基準送信機に対して相対的に動いている前記少なくとも1つの測位ユニット装置の各々は、予測ルーチンを利用して、前記ドップラーを推定する、又は、前記基準信号伝搬遅延を推定する、

請求項23から26のいずれか1項に記載の方法。

【請求項28】

前記ロービング位置受信機は、予測ルーチンを利用して、各動いている測位ユニット装置又は基準送信機の位置又は速度を推定する、

請求項23から27のいずれか1項に記載の方法。

【請求項29】

位置ネットワークと、ロービング位置受信機とを含み、該ロービング位置受信機が該ロービング位置受信機の位置を特定できるようにする測位システムであって、前記位置ネットワークは、

- a) 各々が自機の時間基準に従って基準測位信号を生成して送信するように構成された1又は2以上の基準送信機と、

- b) 1又は2以上の測位ユニット装置と、
を含み、前記測位ユニット装置のうちの少なくとも1つは、該測位ユニット装置自体又は

前記基準送信機の動きに起因して前記基準送信機に対して相対的に動いており、前記測位ユニット装置の各々は、

i) 前記 1 又は 2 以上の基準測位信号を受け取って解釈する手段と、
 i i) ステアリング済みの送信機クロックに整合させられた一意の測位信号を生成して送信する手段と、

i i i) 前記一意の測位信号を受け取って解釈する手段と、
 i v) 前記受け取った基準測位信号の各々と前記受け取った一意の測位信号との間の搬送波周波数差を測定する手段と、

v) 前記相対的な動きに関連するドップラーを推定する手段と、
 v i) 前記ステアリング済みの送信機クロックの周波数を、前記測定された搬送波周波数差及び前記推定されたドップラーから導出される量だけ調整する手段と、

v i i) 前記受け取った基準測位信号の各々と前記受け取った一意の測位信号との間の時間差を測定する手段と、

v i i i) 前記少なくとも 1 つの基準送信機と前記測位ユニット装置との間の基準信号伝搬遅延を推定する手段と、

i x) 前記測定された時間差及び前記推定された基準信号伝搬遅延に従って前記一意の測位信号の生成を調整する手段と、

を備え、前記測位ユニット装置は、前記基準送信機の軌道データ又は前記測位ユニット装置の軌道データ又はこれらの両方から前記ドップラー及び前記基準信号伝搬遅延を推定して、前記一意の測位信号を前記 1 又は 2 以上の基準測位信号に時系列的に同期させ、

c) 前記ロービング位置受信機は、
 i) 前記時系列的に同期した一意の測位信号又は前記基準測位信号又はこれらの両方を受け取る手段と、

i i) その後に前記ロービング位置受信機の位置を計算する手段と、
 を備える、
 ことを特徴とする測位システム。

【請求項 3 0】

各動いている基準送信機又は測位ユニット装置は、慣性航法システム、全地球航法衛星システムの衛星からの測位信号を受信するための受信機、又は同期した測位ユニット装置のローカルネットワークからの測位信号を受信するための受信機のうちの 1 つ又は 2 つ以上を含む追跡装置を用いて自機の軌道データを測定し、該軌道データをブロードキャストするように適合される、

請求項 2 9 に記載の測位システム。

【請求項 3 1】

前記軌道データは、位置情報、速度情報及び加速度情報のうちの 1 つ又は 2 つ以上を含む、

請求項 2 9 又は 3 0 に記載の測位システム。

【請求項 3 2】

前記軌道データは、位置、速度及び加速度のうちの 1 つ又は 2 つ以上の予測を含む、
 請求項 3 1 に記載の測位システム。

【請求項 3 3】

前記ドップラーを推定する前記手段、又は、前記基準信号伝搬遅延を推定する前記手段は、予測ルーチンを利用するように適合される、

請求項 2 9 から 3 2 のいずれか 1 項に記載の測位システム。

【請求項 3 4】

前記ロービング位置受信機は、予測ルーチンを利用して、各動いている測位ユニット装置又は基準送信機の位置又は速度を推定するように適合される、

請求項 2 9 から 3 3 のいずれか 1 項に記載の測位システム。

【請求項 3 5】

位置ネットワークにおいて使用された時に、ロービング位置受信機の位置を特定する、

10

20

30

40

50

請求項 13 から 17 のいずれか 1 項に記載の測位ユニット装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、1又は2以上の測位信号源が相対的に動いている動的位置ネットワーク (kinematic location network) において測位信号を時系列的に同期させる方法及びシステムに関する。しかしながら、本発明は、この特定の使用分野に限定されるものではないと理解されるであろう。

【関連出願】

【0002】

10

本出願は、2014年7月25日に出願されたオーストラリア国仮特許出願第2014902899号に基づく優先権を主張するものであり、この仮特許出願はその全体が引用により本明細書に組み入れられる。

【背景技術】

【0003】

本明細書全般にわたる先行技術の考察については、このような先行技術が広く知られており、又は当分野における一般常識の一部を成すことを認めるものであると決して見なすべきではない。

【0004】

「位置ネットワークを時系列的に同期させる方法及び装置 (A Method and Device for Chronologically Synchronizing a Location Network)」という名称の国際公開第2003/038469号には、測位ユニット装置として知られている地上送信機の同期ネットワークから送信される測位信号を用いてモバイル装置の正確な位置決定を行う方法及びシステムが開示されており、その内容は引用により本明細書に組み入れられる。これらの方法及びシステムの鍵は、各測位ユニット装置のタイミング誤差を直接測定して補正することにより、指定基準送信機の時間基準に時系列的に同期された測位信号を送信する測位ユニット装置のネットワークを確立して維持する、いわゆる時間ロックループ (TLL) である。所与の測位ユニット装置は、指定基準送信機の時間基準に同期されると、指定基準送信機をはっきりと認識できていないさらなる測位ユニット装置にネットワーク時間基準を中継することにより、拡張された測位ユニット装置のネットワークを通じて時間基準を伝搬することができる。時間ロックループは、一旦確立されると極めてロバストであり、温度変化及び電圧変化などの変動によって同期が影響を受けることはない。

20

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】オーストラリア国仮特許出願第2014/902899号明細書

【特許文献2】国際公開第2003/038469号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0006】

しかしながら、国際公開第2003/038469号に開示されているTLL方法論では、基準送信機及び測位ユニット装置が基準座標系に対して既知の固定位置に存在する必要がある。一般に、基準送信機及び測位ユニット装置は地上に存在するが、測位ユニット装置は、広域増強管制システム (WAAS) 衛星などの静止軌道内の衛星から基準測位信号を受け取ることもできる。仮に基準送信機と測位ユニット装置とが相対的に動いている場合には、測位ユニット装置が受け取る基準測位信号にドップラーシフトが加わるようになる。このドップラーは、クロックドリフトと同様に周波数変動として現れるので、クロックドリフトと区別することができない。この結果、測位ユニット装置は、基準送信機に同期しようとする試みにおいて誤って自機のクロックを歪ませ、モバイル装置が計算する

50

位置解の精度が著しく低下してしまう。従って、1又は2以上の測位ユニット装置が他の測位ユニット装置に対して動いている測位ユニット装置のネットワークから信号を受け取るモバイル装置の正確な位置解の計算を可能にする、動的位置ネットワークを同期させる方法及びシステムが非常に望ましい。

【0007】

本発明の目的は、先行技術の不利点の少なくとも1つを克服又は改善し、又は有用な代替案を提供することである。

【0008】

好ましい形態の本発明の目的は、基準送信機と測位ユニット装置とが相対的に動いている状況において測位ユニット装置を基準送信機の時間基準に同期させる方法を提供することである。

10

【0009】

好ましい形態の本発明の別の目的は、基準送信機と測位ユニット装置とが相対的に動いている状況において基準送信機及び測位ユニット装置が送信する測位信号間の周波数コヒーレンスをもたらす方法を提供することである。

【0010】

好ましい形態の本発明の別の目的は、1又は2以上の測位ユニット装置が他の測位ユニット装置に対して動いている測位ユニット装置のネットワークから信号を受け取るモバイル装置の正確な位置解を生成できる測位システムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

20

【0011】

本発明の第1の態様によれば、測位ユニット装置と基準送信機とが相対的に動いている場合に、測位ユニット装置によって生成された一意の測位信号を基準送信機によって生成された基準測位信号に時系列的に同期させる方法であって、測位ユニット装置が、

- a) 前記基準測位信号を受け取って解釈するステップと、
- b) ステアリング済みの送信機クロックに同調する(aligned with、整合させられた、一致させられた、揃っている)一意の測位信号を生成して送信するステップと、
- c) 前記一意の測位信号を受け取って解釈するステップと、
- d) 受け取った基準測位信号と受け取った一意の測位信号との間の周波数差を測定するステップと、
- e) 相対的な動きに関連するドップラーを推定するステップと、
- f) 前記ステアリング済みの送信機クロックの周波数を、測定された周波数差及び推定されたドップラーから導出される量だけ調整するステップと、
- g) 受け取った基準測位信号と受け取った一意の測位信号との間の時間差を測定するステップと、
- h) 前記基準送信機と測位ユニット装置との間の基準信号伝搬遅延を推定するステップと、
- i) 測定された時間差と、推定された基準信号伝搬遅延とに従って、前記一意の測位信号の生成を調整するステップと、

30

を含み、前記測位ユニット装置が、前記基準送信機の軌道データ又は前記測位ユニット装置の軌道データ又はこれらの両方から前記ドップラー及び前記基準信号伝搬遅延を推定して、前記一意の測位信号を前記基準測位信号に時系列的に同期させる方法が提供される。

40

【0012】

ステップd)～f)は、繰り返し実行されることが好ましい。いくつかの実施形態では、ステップg)～i)が繰り返し実行される。

【0013】

基準送信機は、慣性航法システム、全地球航法衛星システムの衛星からの測位信号、又は同期した測位ユニット装置のローカルネットワークからの測位信号のうちの1つ又は2つ以上を用いて自機の軌道データを測定し、該軌道データをブロードキャストすることが好ましい。測位ユニット装置は、慣性航法システム、全地球航法衛星システムの衛星から

50

の測位信号、又は同期した測位ユニット装置のローカルネットワークからの測位信号のうちの1つ又は2つ以上を用いて自機の軌道データを測定することが好ましい。軌道データは、位置情報、速度情報及び加速度情報のうちの1つ又は2つ以上を含むことが好ましい。いくつかの実施形態では、軌道データが、位置、速度及び加速度のうちの1つ又は2つ以上の予測を含む。

【0014】

いくつかの実施形態では、測位ユニット装置が、予測ルーチンを利用してドップラー又は基準信号伝搬遅延を推定する。

【0015】

本発明の第2の態様によれば、測位ユニット装置と基準送信機とが相対的に動いている場合に、前記基準送信機によって生成された基準測位信号と前記測位ユニット装置によって生成された一意の測位信号との間の周波数コヒーレンスをもたらす方法であって、前記測位ユニット装置が、

- a) 前記基準測位信号を受け取って解釈するステップと、
 - b) ステアリング済みの送信機クロックに同調する一意の測位信号を生成して送信するステップと、
 - c) 前記一意の測位信号を受け取って解釈するステップと、
 - d) 受け取った基準測位信号と受け取った一意の測位信号との間の周波数差を測定するステップと、
 - e) 相対的な動きに関連するドップラーを推定するステップと、
 - f) 前記ステアリング済みの送信機クロックの周波数を、測定された周波数差及び推定されたドップラーから導出される量だけ調整するステップと、
- を含み、前記測位ユニット装置が、前記基準送信機の軌道データ又は前記測位ユニット装置の軌道データ又はこれらの両方から前記ドップラーを推定して、前記一意の測位信号が前記基準測位信号との周波数コヒーレンスを有するようにする方法が提供される。

【0016】

ステップd) ~ f) は、繰り返し実行されることが好ましい。

【0017】

基準送信機は、慣性航法システム、全地球航法衛星システムの衛星からの測位信号、又は同期した測位ユニット装置のローカルネットワークからの測位信号のうちの1つ又は2つ以上を用いて自機の軌道データを測定し、該軌道データをブロードキャストすることが好ましい。測位ユニット装置は、慣性航法システム、全地球航法衛星システムの衛星からの測位信号、又は同期した測位ユニット装置のローカルネットワークからの測位信号のうちの1つ又は2つ以上を用いて自機の軌道データを測定することが好ましい。軌道データは、位置情報、速度情報及び加速度情報のうちの1つ又は2つ以上を含むことが好ましい。いくつかの実施形態では、軌道データが、位置、速度及び加速度のうちの1つ又は2つ以上の予測を含む。

【0018】

いくつかの実施形態では、測位ユニット装置が、予測ルーチンを利用してドップラーを推定する。

【0019】

本発明の第3の態様によれば、測位ユニット装置と基準送信機とが相対的に動いている場合に、前記測位ユニット装置によって生成された一意の測位信号を前記基準送信機によって生成された基準測位信号に時系列的に同期させる測位ユニット装置であって、

- a) 前記基準測位信号を受け取って解釈する手段と、
- b) ステアリング済みの送信機クロックに同調する前記一意の測位信号を生成して送信する手段と、
- c) 前記一意の測位信号を受け取って解釈する手段と、
- d) 受け取った基準測位信号と受け取った一意の測位信号との間の周波数差を測定する手段と、

10

20

30

40

50

- e) 相対的な動きに関連するドップラーを推定する手段と、
- f) 前記ステアリング済みの送信機クロックの周波数を、測定された周波数差及び推定されたドップラーから導出される量だけ調整する手段と、
- g) 受け取った基準測位信号と受け取った一意の測位信号との間の時間差を測定する手段と、
- h) 基準送信機と測位ユニット装置との間の基準信号伝搬遅延を推定する手段と、
- i) 測定された時間差と、推定された基準信号伝搬遅延とに従って、前記一意の測位信号の生成を調整する手段と、

を備え、前記測位ユニット装置が、前記基準送信機の軌道データ又は測位ユニット装置の軌道データ又はこれらの両方から前記ドップラー及び前記基準信号伝搬遅延を推定して、前記一意の測位信号を前記基準測位信号に時系列的に同期させる測位ユニット装置が提供される。

10

【0020】

測位ユニット装置は、ステップd) ~ f) を繰り返し実行するように適合されることが好ましい。いくつかの実施形態では、測位ユニット装置が、ステップg) ~ i) を繰り返し実行するように適合される。

【0021】

好ましい実施形態では、測位ユニット装置が、慣性航法システム、全地球航法衛星システムの衛星からの測位信号、又は同期した測位ユニット装置のローカルネットワークからの測位信号のうちの1つ又は2つ以上を用いて自機の軌道データを測定するように適合される。軌道データは、位置情報、速度情報及び加速度情報のうちの1つ又は2つ以上を含むことが好ましい。いくつかの実施形態では、軌道データが、位置、速度及び加速度のうちの1つ又は2つ以上の予測を含む。

20

【0022】

いくつかの実施形態では、ドップラーを推定する手段又は基準信号伝搬遅延を推定する手段が、予測ルーチンを利用するように適合される。

【0023】

本発明の第4の態様によれば、測位ユニット装置とが基準送信機が相対的に動いている場合に、前記基準送信機によって生成された基準測位信号と前記測位ユニット装置によって生成された一意の測位信号との間の周波数コヒーレンスをもたらす測位ユニット装置であって、

30

- a) 基準測位信号を受け取って解釈する手段と、
- b) ステアリング済みの送信機クロックに同調する一意の測位信号を生成して送信する手段と、
- c) 前記一意の測位信号を受け取って解釈する手段と、
- d) 受け取った基準測位信号と受け取った一意の測位信号との間の周波数差を測定する手段と、
- e) 相対的な動きに関連するドップラーを推定する手段と、
- f) 前記ステアリング済みの送信機クロックの周波数を、測定された周波数差及び推定されたドップラーから導出される量だけ調整する手段と、

を備え、前記測位ユニット装置が、前記基準送信機の軌道データ又は測位ユニット装置の軌道データ又はこれらの両方から前記ドップラーを推定して、前記一意の測位信号が前記基準測位信号との周波数コヒーレンスを有するようにする測位ユニット装置が提供される。

40

【0024】

測位ユニット装置は、ステップd) ~ f) を繰り返し実行するように適合されることが好ましい。

【0025】

好ましい実施形態では、測位ユニット装置が、慣性航法システム、全地球航法衛星システムの衛星からの測位信号、又は同期した測位ユニット装置のローカルネットワークから

50

の測位信号のうちの 1 つ又は 2 つ以上を用いて自機の軌道データを測定するように適合される。軌道データは、位置情報、速度情報及び加速度情報のうちの 1 つ又は 2 つ以上を含むことが好ましい。いくつかの実施形態では、軌道データが、位置、速度及び加速度のうちの 1 つ又は 2 つ以上の予測を含む。

【 0 0 2 6 】

いくつかの実施形態では、ドップラーを推定する手段が、予測ルーチンを利用するよう に適合される。

【 0 0 2 7 】

本発明の第 5 の態様によれば、1 又は 2 以上の基準送信機と、1 又は 2 以上の測位ユニット装置とを含み、前記測位ユニット装置の少なくとも 1 つが、測位ユニット装置自体又は基準送信機の動きに起因して基準送信機に対して相対的に動いている位置ネットワークにおいて、ロービング位置受信機の位置を特定する方法であって、

a) 前記 1 又は 2 以上の基準送信機の各々が、この 1 又は 2 以上の基準送信機の時間基準に従って基準測位信号を生成して送信するステップと、

b) 基準送信機に対して相対的に動いている少なくとも 1 つの測位ユニット装置の各々が、

i) 1 又は 2 以上の基準測位信号を受け取って解釈するステップと、

i i) ステアリング済みの送信機クロックに同調する一意の測位信号を生成して送信するステップと、

i i i) 前記一意の測位信号を受け取って解釈するステップと、

i v) 受け取った 1 又は 2 以上の基準測位信号の各々と受け取った一意の測位信号との間の周波数差を測定するステップと、

v) 相対的な動きに関連するドップラーを推定するステップと、

v i) 前記ステアリング済みの送信機クロックの周波数を、測定された周波数差及び推定されたドップラーから導出される量だけ調整するステップと、

v i i) 受け取った 1 又は 2 以上の基準測位信号の各々と受け取った一意の測位信号との間の時間差を測定するステップと、

v i i i) 前記 1 又は 2 以上の基準送信機の各々と前記測位ユニット装置との間の基準信号伝搬遅延を推定するステップと、

i x) 測定された時間差及び推定された基準信号伝搬遅延に従って前記一意の測位信号の生成を調整するステップと、

を含み、基準送信機に対して相対的に動いている前記少なくとも 1 つの測位ユニット装置の各々が、前記基準送信機の軌道データ又は前記測位ユニット装置の軌道データ又はこれらの両方から前記ドップラー及び前記基準信号伝搬遅延を推定して、前記一意の測位信号を前記 1 又は 2 以上の基準測位信号に時系列的に同期させ、前記方法は、

c) 前記ロービング位置受信機が、

時系列的に同期した一意の測位信号又は 1 又は 2 以上の基準測位信号又はこれらの両方を受け取るステップと、

その後にロービング位置受信機の位置を計算するステップと、

をさらに含む方法が提供される。

【 0 0 2 8 】

ステップ b) i v) ~ b) v i) は、繰り返し実行されることが好ましい。いくつかの実施形態では、ステップ b) v i i) ~ b) i x) が繰り返し実行される。

【 0 0 2 9 】

好ましい実施形態では、各動いている基準送信機又は測位ユニット装置が、慣性航法システム、全地球航法衛星システムの衛星からの測位信号、又は同期した測位ユニット装置のローカルネットワークからの測位信号のうちの 1 つ又は 2 つ以上を用いて自機の軌道データを測定し、該軌道データをブロードキャストする。軌道データは、位置情報、速度情報及び加速度情報のうちの 1 つ又は 2 つ以上を含むことが好ましい。いくつかの実施形態では、軌道データが、位置、速度及び加速度のうちの 1 つ又は 2 つ以上の予測を含む。

10

20

30

40

50

【0030】

いくつかの実施形態では、基準送信機に対して相対的に動いている少なくとも1つの測位ユニット装置の各々が、予測ルーチンを利用してドップラー又は基準信号伝搬遅延を推定する。いくつかの実施形態では、ロービング位置受信機が、予測ルーチンを利用して、各動いている測位ユニット装置又は基準送信機の位置又は速度を推定する。

【0031】

本発明の第6の態様によれば、位置ネットワークと、ロービング位置受信機とを含み、ロービング位置受信機がロービング位置受信機の位置を特定できるようにする測位システムであって、前記位置ネットワークが、

a) 各々が自機の時間基準に従って基準測位信号を生成して送信するように構成された1又は2以上の基準送信機と、

b) 1又は2以上の測位ユニット装置と、を含み、測位ユニット装置のうちの少なくとも1つは、測位ユニット装置自体又は基準送信機の動きに起因して基準送信機に対して相対的に動いており、測位ユニット装置の各々が、

i) 1又は2以上の基準測位信号を受け取って解釈する手段と、

ii) ステアリング済みの送信機クロックに同調する一意の測位信号を生成して送信する手段と、

iii) 前記一意の測位信号を受け取って解釈する手段と、

iv) 受け取った基準測位信号の各々と受け取った一意の測位信号との間の周波数差を測定する手段と、

v) 相対的な動きに関連するドップラーを推定する手段と、

vi) 前記ステアリング済みの送信機クロックの周波数を、測定された周波数差及び推定されたドップラーから導出される量だけ調整する手段と、

vii) 受け取った基準測位信号の各々と受け取った一意の測位信号との間の時間差を測定する手段と、

viii) 前記少なくとも1つの基準送信機と前記測位ユニット装置との間の基準信号伝搬遅延を推定する手段と、

ix) 測定された時間差及び推定された基準信号伝搬遅延に従って前記一意の測位信号の生成を調整する手段と、

を備え、測位ユニット装置が、前記基準送信機の軌道データ又は前記測位ユニット装置の軌道データ又はこれらの両方から前記ドップラー及び前記基準信号伝搬遅延を推定して、前記一意の測位信号を前記1又は2以上の基準測位信号に時系列的に同期させ、

c) 前記ロービング位置受信機が、

i) 時系列的に同期した一意の測位信号又は基準測位信号又はこれらの両方を受け取る手段と、

ii) その後にロービング位置受信機の位置を計算する手段と、

を備える、測位システムが提供される。

【0032】

基準送信機に対して相対的に動いている各測位ユニット装置は、ステップb) i v) ~ b) v i) を繰り返し実行するように適合されることが好ましい。いくつかの実施形態では、基準送信機に対して相対的に動いている各測位ユニット装置が、ステップb) v i i) ~ b) i x) を繰り返し実行するように適合される。

【0033】

各動いている基準送信機又は測位ユニット装置は、慣性航法システム、全地球航法衛星システムの衛星からの測位信号、又は同期した測位ユニット装置のローカルネットワークからの測位信号のうちの1つ又は2つ以上を用いて自機の軌道データを測定し、該軌道データをブロードキャストするように適合されることが好ましい。軌道データは、位置情報、速度情報及び加速度情報のうちの1つ又は2つ以上を含むことが好ましい。いくつかの実施形態では、軌道データが、位置、速度及び加速度のうちの1つ又は2つ以上の予測を含む。

10

20

30

40

50

【0034】

特定の実施形態では、ドップラーを推定する手段又は基準信号伝搬遅延を推定する手段が、予測ルーチンを利用するよう適合される。いくつかの実施形態では、ロービング位置受信機が、予測ルーチンを利用して、各動いている測位ユニット装置又は基準送信機の位置又は速度を推定するよう適合される。

【0035】

本発明の第7の態様によれば、位置ネットワークにおいて使用された時に、ロービング位置受信機の位置を特定する、第3の態様による測位ユニット装置が提供される。

【0036】

以下、添付図面を参照しながら本発明の好ましい実施形態をほんの一例として説明する。
10

。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】静止した基準送信機が静止した測位ユニット装置にブロードキャストして、測位ユニット装置がその測位信号を基準送信機の時間基準に同期できるようにする従来の状況を示す図である。

【図2】複数の静止した測位ユニット装置にブロードキャストする静止した基準送信機と、受け取った測位信号を用いて単一地点の位置解を求めることができるロービング位置受信機とを含む先行技術の測位システムを示す図である。

【図3】基準送信機と測位ユニット装置とが相対的に動いている場合に基準送信機が測位ユニット装置にブロードキャストする動的状況を示す図である。
20

【図4】本発明の実施形態による、動的位置ネットワークにおける移動プラットフォームのための同期プロセスのステップを示すフローチャートである。

【図5】本発明の別の実施形態による、動的位置ネットワークにおける移動プラットフォームのための同期プロセスのステップを示すフローチャートである。

【図6】複数の測位ユニット装置が相対的に動いている形の動的位置ネットワークと、受け取った測位信号を用いて単一地点の位置解を計算できるロービング位置受信機とを含む、本発明の実施形態による測位システムを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0038】

先行技術の同期プロセスの概要
30

図1を参照しながら、上述の国際公開第2003/038469号に詳細に開示されている時間ロックループ(TLL)プロセスについて簡単に説明する。地球中心地球固定(ECEF)座標系などの基準座標系に対して既知の固定位置にある測位ユニット装置2が、別の既知の固定位置にある基準送信機6によって送信された基準測位信号4を受け取り、基準送信機の内部生成クロック8によって決定される時間基準に自機を同期させる。測位ユニット装置2は、受信機10と、送信機12と、ステアリング済みの送信機クロック14と、CPU16と、他の構成要素に共通時間基準を提供する発振器18とを含む。測位ユニット装置は、基準測位信号4を受け取ると、自機の送信機12から一意の測位信号のスレーブバージョン20を送信し、これを自機の受信機10によって受け取る。基準測位信号4及びスレーブ測位信号20の各々は、搬送波成分、疑似乱数符号成分及びデータ成分を含み、疑似乱数符号成分及びデータ成分は各装置固有のものである。受信機10は、基準測位信号4とスレーブ測位信号20とを同時に受け取ってサンプリングし、2つの信号間の積算搬送波位相(ICP)差を測定する。CPU16は、受信機10内の基準測位信号4とスレーブ測位信号20の両方のICP測定値をゼロに設定した後、スレーブ測位信号20が基準測位信号4との間の周波数コヒーレンスを達成して維持するように、ステアリング済みの送信機クロック14に継続的に補正を適用する制御ループに関与してICP差をゼロに維持する。
40

【0039】

基準測位信号の搬送波周波数とスレーブ測位信号の搬送波周波数とが同調すると、基準

50

測位信号の疑似乱数成分及びデータ成分と、スレーブ測位信号の疑似乱数成分及びデータ成分との間に認められる時間差が一定になるので、周波数コヒーレンスは、TLL同期プロセスの重要な段階である。この時間差は、測位ユニット装置アンテナ21と基準送信機アンテナ23との間の既知の地理的距離22と、測位ユニット装置のステアリング済みの送信機クロック14と基準送信機クロック8との間の時間基準オフセット（又は時間バイアス）とから計算された伝搬時間遅延を含む。この計算により、2つの信号を時系列的に同調させることができる。好ましい実施形態では、測位ユニット装置が、疑似乱数符号を粗く歪ませ、すなわち自機の送信機12の疑似乱数符号発生器をより速い又は遅いレートで一時的にクロック制御した後に、所定の期間にわたってステアリング済みの送信機クロック14にさらなる周波数オフセットを適用するという2段プロセスで時間バイアス補正を達成する。伝搬時間遅延は、いずれかの段階において考慮することができる。

【0040】

スレーブ測位信号20は、基準測位信号4との間に周波数コヒーレンスを有して基準送信機の時間基準と時系列的に同調している時には、基準送信機の時間基準に完全に同期しており、送信される一意の測位信号24によって表される。重要なこととして、受信機エレクトロニクス又は温度変化によって生じるあらゆる受信機ラインバイアス又はグループ遅延は、TLLにおける差分化手順によって排除される。図2を参照すると、基準送信機6と、時系列的に同期した測位ユニット装置2-1、2-2とを含む位置ネットワーク内に存在するロービング位置受信機26の形のモバイル装置が、測位ユニット装置からの一意の測位信号24-1、24-2、又は基準送信機6からの基準測位信号4、或いはこれらの両方を受け取り、符号ベースの位置解と搬送波ベースの位置解とを自律的に計算することができる。より一般的には、ロービング位置受信機は、場合によっては指定基準送信機を含む視野内のいずれかの同期した測位ユニット装置からの測位信号を利用して位置解を計算することができる。通常は、3つ又は4つ以上の測位ユニット装置及び/又は基準送信機からの信号が必要であるが、状況によっては、3つよりも少ない測位信号から位置解を計算することもできる。例えば、ロービング位置受信機が、位置ネットワークの時間基準との既知の関係を有する高精度クロックを有している場合には、たった2つの測位信号から二次元の位置解を計算することができる。

【0041】

測位ユニット装置は、2つ又は3つ以上の時間同期した基準送信機から基準測位信号を受け取ることもできる。この構成では、マルチバス及び対流圏遅延などの基準信号誤差源を基準送信機間で平均化して時間基準の精度を高めることができる。上述した国際公開第2003/038469号には、例えばCDMA測位信号の送信及び解釈、並びに装置ハードウェアについて、時系列的に同期した測位システムのさらなる実装の詳細が記載されている。この文献に記載されているように、通常、測位信号は無線周波数（RF）信号である。

【0042】

先行技術の同期プロセスの限界

図3に、基準座標系に対する基準送信機及び/又は測位ユニット装置の動きを表す矢印28、29によって示すように基準送信機6と測位ユニット装置2とが相対的に動いている動的状況を示す。この相対的な動きは、上述したTLL同期プロセスに2つの悪影響を及ぼす。第1に、より明らかなこととして、基準送信機アンテナ23と測位ユニット装置アンテナ21との間の距離22、従って基準測位信号4の伝搬時間遅延が可変になる。これにより、測位ユニット装置2の一意の測位信号24を基準送信機6の時間基準と時系列的に同調させるのに必要な時間基準補正に影響が及ぶ。第2に、この相対的な動きにより、測位ユニット装置2からすると自機の発振器18のドリフトと区別できないドップラー周波数シフトが基準測位信号4に加わる。一般に、この相対的な動きは、受け取られる基準測位信号4の周波数を変化させ、ICP差分化プロセスによって2つの測位信号間の周波数コヒーレンスが正しく確立されるのを妨げる。図2に示すような測位システムの状況では、結果として生じる同期誤差、及び測位ユニット装置2-1、2-2又は基準送信機

10

20

30

40

50

6のうちの1つ又は2つ以上の装置の時間的に変化する位置により、ロービング位置受信機が計算する位置解が著しく悪化する。

【0043】

動的同期プロセス

従って、1つの指定基準送信機を含むことができる複数の動く測位ユニット装置を含む位置ネットワークなどの、移動プラットフォームを含む動的環境では、上述した同期プロセスを、測位ユニット装置及び/又は基準送信機の間の相対的な動きを考慮するように修正しなければならない。動的環境の一例には、例えば救急サービス又は法的取締のための車両に搭載された複数の測位ユニット装置がある。別の例では、航空機などの移動プラットフォームが、固定された地上測位ユニット装置の同期ネットワークからの測位信号を用いて従来方式で自機の位置を特定した後に、自機の一意の測位信号をネットワーク時間基準と同期させることによってネットワークに参加しようと試みる。この場合、移動プラットフォームは、同期している地上測位ユニット装置のいずれか、又は別の移動プラットフォーム上の同期している測位ユニット装置を基準送信機として扱うことができる。さらに別の例では、1又は2以上の固定された地上測位ユニット装置が、GPS衛星などの非静止衛星からの測位信号を基準として使用することができる。

10

【0044】

本明細書では、この修正された同期プロセスを「動的時間ロックループ（動的TLL）」プロセスと呼ぶ。このプロセスの説明を、測位ユニット装置と基準送信機とが相対的に動いている場合に測位ユニット装置によって生成された一意の測位信号を基準送信機によって生成された基準測位信号に時系列的に同期させるという観点から行う。好ましい実施形態では、基準送信機がそれ自体測位ユニット装置である。所与の測位ユニット装置は、位置ネットワークの時間基準と同期すると、指定基準送信機をはっきりと認識できていなければならぬ測位ユニット装置にネットワーク時間基準を中継することができる。

20

【0045】

「相対的に動いている」、「相対的な動き」、「相対運動」などの用語は、基準送信機及び測位ユニット装置に適用される場合、多くの状況を含むことを明確にされたい。例えば、基準座標系に対し、基準送信機が固定位置に存在して測位ユニット装置が動いている場合もあり、又はこの逆の場合もあり、或いは両方が単独で動いている場合もある。

30

【0046】

図3と、相対的に動いている状態の相手方の基準送信機の測位信号に自機の測位信号を同期させようと試みる測位ユニット装置によって行われる一連のステップを示す図4のフローチャートとを参照しながら、本発明の実施形態による動的TLLプロセスについて説明する。ステップ30において、測位ユニット装置2が、基準送信機6によって生成された基準測位信号4を受け取って解釈する。ステップ32において、測位ユニット装置は、自機のステアリング済みの送信機クロック14と同調する一意の測位信号のスレーブバージョン20を生成する。これを行う前に、測位ユニット装置のCPU16は、受け取った基準測位信号4と時間及び周波数が適切に同調するように送信機クロックをステアリングすることが好ましい。ステップ34において、測位ユニット装置の受信機10がスレーブ測位信号20を受け取って解釈する。ステップ36において、例えば所定の期間にわたって測定された受け取った基準測位信号4の積算搬送波位相測定値と、受け取ったスレーブ測位信号20の積算搬送波位相測定値とを差分化することにより、或いは瞬間的な周波数オフセットを測定することにより、これらの基準測位信号4とスレーブ測位信号20との間の周波数差を測定する。ステップ38において、測位ユニット装置は、以下の「ドップラーの推定」のセクションで説明するように、基準送信機と自機との間の相対的な動きに関連するドップラーを推定する。次に、ステップ40において、例えば測定された周波数差から推定されたドップラーを除去することにより、ドップラーを考慮するように周波数差を補正する。これにより、測位ユニット装置2の周波数ドリフト、従って基準測位信号4とスレーブ測位信号20との間の周波数差及び位相差を示す補正済みの周波数差が得られる。測位ユニット装置の周波数ドリフトは、例えばその発振器18のドリフトによって

40

50

、或いは温度又は電圧の変動によって生じることがある。ステップ42において、測位ユニット装置は、そのステアリング済みの送信機クロック14の周波数を、ステップ40で計算した補正済みの周波数差から導出される量だけ調整することにより、測位ユニット装置のスレーブ測位信号20の生成を調整する。

【0047】

この時点で、2つの測位信号4、20は周波数が同調しており、すなわちこれらの信号は、ドップラー推定の精度によって制限される精度で周波数コヒーレントである。その後の測位ユニット装置のドリフトによって周波数が同調しなくなるのを防ぐために、すなわち周波数コヒーレンスを維持するために、ステップ36、38、40及び42は、制御ループ44によって示すように繰り返し実行すべきである。好ましい実施形態では、この周波数同調が、反復的なICP差分化測定及びドップラー推定に基づいてステアリング済みの送信機クロック14に反復的に補正を適用する測位ユニット装置のCPU16内の閉ループを通じて実行される。10

【0048】

或いは、この周波数同調は、受け取った基準測位信号4とスレーブ測位信号20との間の周波数オフセットを受信機10において測定し、この周波数オフセットを推定されるドップラーについて補正し、その後にこの補正した周波数オフセットをステアリング済みの送信機クロック14に直接入力していわゆる「周波数追跡システム(FTS)」を構築することによって実行される。ステアリング済みの送信機クロックは、ドップラー推定について補正した着信基準測位信号の周波数オフセットを単純にエミュレートする。この方法では、例えば温度変化によって生じる同相モード誤差が差分化されないので、(図3の場合のように)測位ユニット装置の発振器18を受信機10と送信機12との間で共用する必要があり、好ましい閉ループ方法よりも一般に精度が低い。20

【0049】

周波数コヒーレンスが確立されると、基準測位信号4とスレーブ測位信号20との間の時間差を正確に測定して、基準送信機6と測位ユニット装置2との間のあらゆる時間バイアスを排除することができる。ステップ46において、測位ユニット装置は、ステップ30及び34でそれぞれ受け取って解釈した基準測位信号とスレーブ測位信号との間の時間差を測定し、ステップ47において、測位ユニット装置が、基準送信機アンテナ23と測位ユニット装置アンテナ21との間の現在の距離22を推定する。ステップ48において、測位ユニット装置2は、この距離推定を光の速度で除算することにより、この距離推定から基準信号伝搬遅延(すなわち、飛行時間)の推定値を計算する。距離22の推定方法については、「伝搬遅延の推定」のセクションにおいて後述する。いくつかの実施形態では、光の速度の値が、大気の影響、すなわち典型的には光の真空速度を約300ppm低下させる大気圏遅延を考慮して決定される。1つの特定の実施形態では、大気圏遅延が、基準送信機及び測位ユニット装置における温度、圧力及び相対湿度の測定結果を用いて推定される。30

【0050】

推定基準信号伝搬遅延によってオフセットされる測定された時間差は、測位ユニット装置2を基準送信機6の時間基準と同調させるのに必要なクロック補正の推定値をもたらすと理解されるであろう。この結果、ステップ50において、測定された時間差及び推定された伝搬遅延に従ってスレーブ測位信号の生成を調整して、基準測位信号4とスレーブ測位信号20との間の時系列的同調を達成する。1つの実施形態では、この調整が、ドップラー補正された周波数ロックの制御ループ44が一時的に解除されている間に、時間差及び推定伝搬遅延から導出される期間にわたって測位ユニット装置のステアリング済みクロック14の周波数をオフセットすることによって実行される。これにより、スレーブ測位信号20の時間が効果的に歪むようになる。なお、制御ループが解除されている間は、引き続きドップラー推定値を測定して補正すべきである。別の実施形態では、この調整が、測位ユニット装置の送信機12のPRN符号発生器を必要な符号位相(チップ)量だけ歪ませ、すなわちドップラー補正された周波数ロックループ44を維持しながら、PRN符4050

号発生器をより速い又はより遅いレートで一時的にクロック制御することによって実行される。さらに他の実施形態では、この調整が、これらの手順を組み合わせることによって、例えばP R N符号発生器を粗く歪ませた後に周波数オフセットを行うことによって実行される。

【0051】

周波数コヒーレンス及び時系列的同調が確立されると、スレーブ測位信号20は、基準測位信号4と時系列的に同期しているものとされ、測位ユニット装置の送信される一意の測位信号24になる。その後、測位ユニット装置2は、同期した位置ネットワークの一部になり、以下で説明するように、ロービング位置受信機は、測位ユニット装置2の測位信号を用いて正確な単一地点の位置解を求めることができるようになる。同期した測位ユニット装置は、ネットワークに参加しようと試みる他の測位ユニット装置にネットワーク時間基準を中継することもできる。

【0052】

上述したように、基準測位信号とスレーブ測位信号との間の周波数コヒーレンスを維持するには、同期プロセスの周波数同調部分、すなわち図4のステップ36、38、40及び42を、制御ループ44によって示すように繰り返し実行すべきである。好ましい実施形態では、プロセスの時系列的同調部分、すなわち図4のステップ46、47、48及び50を1回しか実行しない。しかしながら、例えば、時系列的同調のチェックを維持するために、又はサイクルスリップを修復するために、制御ループ52によって示すように時系列的同調を繰り返し実行することが有利な場合もある。

【0053】

なお、完全を期すために言えば、同期プロセスの時系列的同調部分は、周波数同調部分の前に実行することもできる。

【0054】

先行技術の時間ロックループ同期プロセスと同様に、測位ユニット装置が2つ又は3つ以上の時間同期した基準送信機から基準測位信号を受け取ることもできる。この場合も、この構成により、マルチバス及び対流圏遅延などの基準信号誤差源を基準送信機間で平均化して時間基準精度を高めることができる。一方で、本発明の文脈では、この構成により、動きによって誘発されるドップラーシフト及び伝搬遅延変化の推定値の誤差の平均化も可能になる。

【0055】

再び図4のフローチャートを参照すると、ドップラー推定ステップ38は、ステップ40において周波数差を補正する前のあらゆる時点で行うことができると理解されるであろう。例えば、ステップ38は、周波数差測定ステップ36より前に行うことも、さらにはステップ30において基準測位信号を受け取って解釈する前に行うこともできる。ステップ42において初めて周波数が同調したら、制御ループ44を用いて周波数ロックを維持するために、周波数差測定ステップ36の直前又は直後にドップラーを推定することが便利であると思われる。

【0056】

同様に、図4に示すような動的TLLプロセスの時間同調部分のステップの順序もかなり柔軟である。例えば、距離推定ステップ47は、時間差測定ステップ46より前に行うことも、さらには周波数調整ステップ42より前に行うこともできる。

【0057】

図5に示すフローチャート及び図3に示す装置を参照しながら、本発明の別の実施形態による動的TLLプロセスについて説明する。図4と同様に、図5のフローチャートにも、測位ユニット装置2が、相対的に動いている状態の相手方の基準送信機6の測位信号に自機の測位信号を同期させようとして実行する一連のステップを示す。ステップ30において、測位ユニット装置2が、基準送信機6によって生成された基準測位信号4を受け取って解釈する。ステップ32において、測位ユニット装置は、好ましくは受け取った基準測位信号4と時間及び周波数が適切に同調するように送信機クロックをステアリングした

10

20

30

40

50

後に、ステアリング済みの送信機クロック 14 と同調する一意の測位信号のスレーブバージョン 20 を生成し、ステップ 34 において、測位ユニット装置の受信機 10 がスレーブ測位信号 20 を受け取って解釈する。ステップ 38 において、測位ユニット装置は、以下の「ドップラーの推定」のセクションで説明するように、基準送信機と自機との間の相対的な動きに関連するドップラーを推定し、次にステップ 54 において、基準測位信号をドップラーについて補正する。ステップ 56 において、例えば、所定の期間にわたって測定したドップラー補正された基準測位信号の積算搬送波位相測定値と、受け取ったスレーブ測位信号の積算搬送波位相測定値とを差分化することにより、或いは瞬間的な周波数オフセットを測定することにより、これらのドップラー補正された基準測位信号と受け取ったスレーブ測位信号との間の周波数差を測定する。ステップ 58 において、測位ユニット装置は、そのステアリング済みの送信機クロック 14 の周波数を、ステップ 56 で計算した周波数差から導出される量だけ調整することにより、測位ユニット装置のスレーブ測位信号 20 の生成を調整する。
10

【0058】

この時点で、2つの測位信号 4、20 は周波数が同調しており、すなわち周波数コヒーレントである。その後の測位ユニット装置のドリフトによって周波数が同調しなくなるのを防ぐために、ステップ 38、54、56 及び 58 は、制御ループ 60 によって表すように繰り返し実行すべきである。動的 PLL プロセスの時系列的同調部分、すなわちステップ 46、47、48 及び 50、並びに任意の制御ループ 52 は、図 4 を参照しながら行った説明と同じように進む。
20

【0059】

図 5 の周波数同調部分のステップの順序に関しては、かなりの柔軟性がある。例えば、ドップラー推定ステップ 38 は、ステップ 30 で基準測位信号を受け取って解釈する前に行うことができ、或いはドップラー推定及び補正ステップ 38 及び 54 は、ステップ 32 及び 34 のスレーブ測位信号の生成、受信及び解釈前に行うことができる。

【0060】

図 5 に示す実施形態では、ステップ 56 で周波数差を測定する前に、受け取った基準測位信号にドップラー推定を適用するのに対し、図 4 に示す実施形態では、周波数差にドップラー推定が適用される。しかしながら、重要なこととして最終結果は同じであり、ステアリング済みのクロック 14 の周波数を、ドップラー推定及び測定された周波数差から導出される量だけ調整して、これを基準送信機クロック 8 の周波数と同調させる。さらに別の実施形態では、周波数同調が、図 5 に示すように受け取った基準測位信号をドップラー補正することによって最初に達成され、その後、図 4 の制御ループ 44 によって示すように反復的に周波数差をドップラー補正することによって維持される。従って一般的な形では、周波数同調が、測位ユニット装置 2 によって行われる以下のステップをたどる。
30

- (i) 基準測位信号 4 を受け取って解釈する。
- (ii) スレーブ測位信号 20 を生成して送信する。
- (iii) スレーブ測位信号を受け取って解釈する。
- (iv) 受け取った基準測位信号と受け取ったスレーブ測位信号との間の周波数差を測定する。
- (v) 基準送信機 6 と測位ユニット装置 2 との間の相対的な動きに関連するドップラーを推定する。
40
- (vi) ステアリング済みの送信機クロック 14 の周波数を、測定された周波数差及び推定されたドップラーから導出される量だけ調整する。

【0061】

ドップラーの推定

一般に、ドップラーはクロックドリフトと区別することができず、上述した動的時系列的同期プロセスの周波数コヒーレンスの側面は、対象の測位ユニット装置が、自機と基準送信機との間の相対的な動きによって基準測位信号に加わるドップラーを推定できること（図 4 又は図 5 のステップ 38）に依存する。好ましい実施形態では、測位ユニット装置
50

が、基準送信機の軌道データ又は自機の軌道データ又はこれらの両方からこのドップラーを推定し、通常、軌道データは、位置、速度及び加速度のうちの1つ又は2つ以上に関する情報を含む。最も一般的な例では、例えば捜索救助活動に従事する車両に搭載されている場合には、測位ユニット装置及び基準送信機の両方が、E C E F 座標系などの基準座標系に対して動いており、この場合、測位ユニット装置は、基準送信機の軌道データと自機の軌道データの両方を必要とする。

【0062】

いくつかの実施形態では、基準送信機6及び測位ユニット装置2の両方が移動プラットフォーム上に存在する場合、各ユニットは、位置、速度及び加速度のうちの1つ又は2つ以上を測定する、図3に示すような追跡装置62を含むことが好ましい。各追跡装置62は、例えば、慣性航法システム(IN S)、全地球航法衛星システムの衛星から測位信号を受け取るGPS受信機、又は同期した測位ユニット装置のローカルネットワークから測位信号を受け取る受信機とすることができる、静止していることも、又は移動プラットフォーム上に存在することもできる。或いは、追跡装置は、これらのシステム、又はGPSステアリングされたIN Sなどのその他のシステムの組み合わせとすることもできる。なお、図3を参照すると、測位ユニット装置2の受信機10は、位置解を計算するようにプログラムできるとともに、上述した動的同期プロセスに寄与することができる。この場合、受信機10は、追跡装置62の役割を果たすことができる。同様に、基準送信機6がそれ自体測位ユニット装置である場合、その受信機は、例えばGPS信号を用いて位置解を計算するようにプログラムすることができ、従って追跡装置62として機能することができる。なお、この状況では、通常、測位受信機によって計算されるPVT解としても知られている位置解が、位置情報、速度情報及び時間情報を含む。

【0063】

慣性航法システムは、外部測位信号の信頼性が低い環境又は外部測位信号を利用できない環境で機能するという利点を有する。しかしながら、このような最良のシステムであっても時間の経過と共にドリフトを受け、従って、例えばGPS衛星又は測位ユニット装置の同期ネットワークからの外部測位信号が利用可能な場合には、IN Sを再較正するためには測位受信機などによってサポートされることが好ましい。内部追跡装置62の代案として、レーザーベースのシステムなどの外部追跡手段を用いて基準送信機及び/又は測位ユニット装置の軌道データを測定し、このデータを測位ユニット装置に提供することができる。広く解釈すれば、軌道データを測定して測位ユニット装置に提供するあらゆる好適な手段を使用することができる。

【0064】

いくつかの実施形態では、基準送信機及び測位ユニット装置の一方又は両方に追跡装置が不要である。例えば、測位ユニット装置が、事実上移動プラットフォーム上の基準送信機であるGPS衛星から基準測位信号を受け取っている場合には、衛星によって定期的に送信されるエフェメリスデータがあれば、測位ユニット装置が衛星の軌道データを決定するのに十分であると思われる。或いは、測位ユニット装置は、指定された基準送信機の動きを推測的に知ることもできる。例えば固定された地上位置ネットワークに加入しようと試みる航空機のような、測位ユニット装置2のみが移動プラットフォーム上に存在する実施形態では、基準送信機6が追跡装置を含む必要はない。同様に、測位ユニット装置が常に静止している場合にも、追跡装置は不要になる。

【0065】

基準送信機6が移動プラットフォーム上に存在するいくつかの実施形態では、基準送信機6が、自機の追跡装置62を用いて自機の軌道データを特定のレート(第1の測定レート)で測定し、この情報を自機の基準測位信号4のデータ成分の一部として特定の更新レート(第1の更新レート)でブロードキャストする。測位ユニット装置2は、自機の追跡装置62を介して自機の軌道データを特定のレート(第2の測定レート)で測定し、基準送信機6のための対応するデータを基準測位信号4から復調する。また、好ましい実施形態では、測位ユニット装置が、一意の測位信号を用いて自機の位置解計算を行うロービン

10

20

30

40

50

グ位置受信機、又はネットワークに加入しようと試みる他の測位ユニット装置のために、自機の軌道データをその一意の測位信号 24 のデータ成分の一部として特定の更新レート（第 2 の更新レート）でブロードキャストする。測位信号のデータ成分の帯域幅が、軌道データを必要な更新レートでブロードキャストするのに不十分な場合、基準送信機及び／又は測位ユニット装置は、別個のデータリンクを介してそれぞれの軌道データをブロードキャストすることができる（図 3 には図示せず）。

【 0 0 6 6 】

好ましい実施形態では、基準送信機 6 又は測位ユニット装置 2 のいずれか又は両方が、10 Hz 又はそれ以上の、さらに好ましくは 100 Hz 又はそれ以上のレートで自機の軌道データを測定し、測定した最新の軌道データを用いて自機の測位信号 4、24 のデータ成分を定期的に更新する。特に、基準送信機及び測位ユニット装置のいずれかが高速で又は不規則に動いている状況では、これらの装置の追跡精度を高めるために、さらに高い測定レート及び更新レートが好ましい。いくつかの実施形態では、測定レート及び更新レートが調整可能であり、例えば、基準送信機又は測位ユニット装置は、自機の動きがさらに不規則的／規則的になると認識した場合、自機の軌道データの測定レートを増減させ、或いは自機の測位信号のデータ成分の更新レートを増減させることができる。いくつかの実施形態では、それぞれの測定レート及び更新レートが等しく、他の実施形態では、それぞれの更新レートがそれぞれの測定レートよりも低い。

【 0 0 6 7 】

好ましい実施形態では、それぞれの追跡装置 62 によって測定される基準送信機又は測位ユニット装置又はこれらの両方の軌道データが、少なくとも位置情報及び速度情報を含む。速度はベクトル量であり、すなわち速さ及び方向であることを思い起こすと、一般に速度情報があれば、測位ユニット装置 2 が自機と基準送信機 6 との間の相対的な動きの推定値を、従って基準測位信号 4 に加わるドップラーを取得するのに十分である。しかしながら、基準送信機が送信して測位ユニット装置が受け取る速度情報は、基準送信機と測位ユニット装置との間の距離 22 によって生じる伝搬遅延に起因して、測位ユニット装置の最新の測定速度と同じ時間エポックで測定されたものでない可能性がある。この結果、十分な精度でドップラーを推定するために、さらに高度な手順が必要になることがある。1 つの例では、基準送信機が、例えばカルマンフィルタ又は最小二乗アルゴリズムに基づく予測ルーチンを利用して自機の位置及び／又は速度の予測計算を行い、これらの予測を基準測位信号のデータ成分に含めて、又は別個のデータリンクを介してブロードキャストすることができる。同様に、測位ユニット装置も、予測ルーチンを利用して自機の位置及び／又は速度の予測計算を行い、ブロードキャストすることができる。別の例では、測位ユニット装置が、瞬間的（すなわち、非予測的）位置情報又は速度情報を受け取り、予測ルーチンを利用して、所与の瞬間ににおける自機と基準送信機との間の相対速度、従って受け取った基準測位信号に加わるドップラーを推定することができる。

【 0 0 6 8 】

いくつかの実施形態では、基準送信機又は測位ユニット装置又はこれらの両方の軌道データが加速度情報も含む。いくつかの実施形態では、基準送信機又は測位ユニット装置又はこれらの両方が、それぞれの追跡装置 62 を用いて加速度を測定し、この情報を自機の軌道データに組み込む。他の実施形態では、測位ユニット装置が、測定された又は受け取った最新の速度情報から加速度を推測する。例えば時間的な加速度変化率などのさらなる情報を測定し、基準送信機又は測位ユニット装置又はこれらの両方の軌道データの一部としてブロードキャストすることもできると理解されるであろう。

【 0 0 6 9 】

一方、基準送信機又は測位ユニット装置の動きが緩やかであり、又は十分に予測可能な状況では、軌道データが位置情報のみを含んで好適な更新レートでブロードキャストされれば十分な場合もあり、この場合、測位ユニット装置は、測定された又は受け取られた最新の位置情報からそれぞれの速度を推測する。いくつかの実施形態では、基準送信機又は測位ユニット装置が自機の動きをモニタし、軌道データにどれほど多くの情報（例えば、

10

20

30

40

50

位置のみ、又は位置と速度、又は位置と速度と加速度)を含める必要があるか、どれほどの頻度で軌道データを測定する必要があるか、又はどれほどの頻度で軌道データを更新してブロードキャストする必要があるかを判断する。

【0070】

なお、完全を期すために言えば、上述した方法は、基準送信機又は測位ユニット装置のいずれかが基準座標系に対して固定位置に存在する特別な場合も網羅する。例えば、基準送信機が測位ユニット装置にとって周知の位置に静止している場合、この基準送信機は、軌道データの測定又はブロードキャストを一切行う必要がなく、或いは0.1 Hzなどの低い更新レートで行うだけでよい。この場合、ドップラーは、測位ユニット装置の軌道データのみから判断される。一方で、測位ユニット装置が既知の位置に静止している場合には、基準送信機の軌道データのみからドップラーを推定することができ、測位ユニット装置は、たとえ軌道データの測定及びブロードキャストを行う場合であっても低い更新レートで行えればよい。しかしながら、最も一般的な例では両方の装置が動いており、両装置からの軌道データを用いてドップラーが推定される。

10

【0071】

伝搬遅延の推定

図4及び図5を参照しながら上述したような動的TLLプロセスの時間同期部分では、ステップ48において、測位ユニット装置が、光の速度と、ステップ47で取得した基準送信機アンテナと測位ユニット装置アンテナとの間の推定距離22とに基づいて基準信号伝搬遅延(すなわち、飛行時間)を推定する。一般に、この推定のためには、例えば追跡装置62を用いて測定される軌道データの一部を成すことができる基準送信機及び測位ユニット装置の位置を知っておくことが必要である。ドップラー推定の状況と同様に、基準送信機又は測位ユニット装置は、カルマンフィルタ又は最小二乗などの予測ルーチンを利用して自機の位置の予測を計算し、ブロードキャストすることができる。或いは、測位ユニット装置が基準送信機から瞬間的(すなわち、非予測的)位置情報を受け取り、予測ルーチンを利用して自機と基準送信機との間の距離22を推定することもできる。いくつかの実施形態では、測位ユニット装置が基準送信機の瞬間的な位置を推定できるように、基準送信機の軌道データが位置情報に加えて速度情報を含む。他の実施形態では、測位ユニット装置が、受け取った最新の位置情報に基づいて推定を計算する。上述したように、光の速度の値は、対流圏遅延を考慮して求めることができる。

20

【0072】

位置解

ここで図6を参照すると、矢印29-1、29-2及び29-3によって示すように少なくとも1つが地球中心地球固定直交(ECEF)座標系などの基準座標系に対して動いている複数の同期した測位ユニット装置2-1、2-2、2-3の形の動的位置ネットワークと、測位ユニット装置から測位信号24-1、24-2、24-3を受け取ることができるロービング位置受信機26とを含む測位システムを示している。動いている測位ユニット装置の測位信号は、上述した動的TLLプロセスを通じて1又は2以上の基準送信機の基準測位信号に時系列的に同期されており、好ましい実施形態では、各基準送信機がそれ自体測位ユニット装置であり、ロービング位置受信機は、これらの装置の信号を利用することができる。一般的には、当然ながらロービング位置受信機も動いている。ロービング位置受信機も、測位信号の疑似乱数符号及び/又は搬送波成分から符号及び/又は搬送波ベースの位置解を計算するのに必要な測位ユニット装置の位置を特定又は予測できるように、基準座標系に対して動いているこれらの測位ユニット装置から軌道データを受け取ることができる必要がある。このシステムは、ロービング位置受信機が自機の位置解を計算する際に衛星軌道を利用する従来のGPSシステムに類似する。軌道データは、例えば、位置、速度及び加速度のうちの1つ又は2つ以上に関する情報及びその予測を含むことができる。いくつかの実施形態では、測位ユニット装置が、自機の軌道データを自機の測位信号のデータ成分に組み込み、他の実施形態では、別個のデータリンクを介して自機の軌道データをブロードキャストする。好ましい実施形態では、ロービング位置受信機2

30

40

50

6が、例えばカルマンフィルタ又は最小二乗に基づく予測ルーチンを利用して、所与の瞬間ににおける測位ユニット装置及び/又は基準送信機の位置、速度及び/又は加速度を推定する。

〔 0 0 7 3 〕

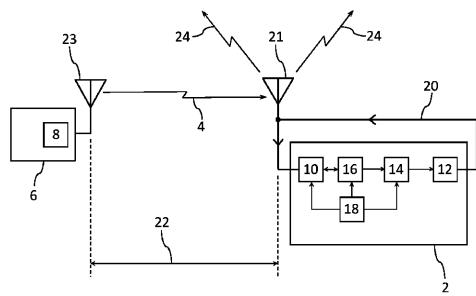
特定の例を参照しながら本発明を説明したが、当業者であれば、本発明を他の多くの形で具体化することもできると理解するであろう。

【符号の説明】

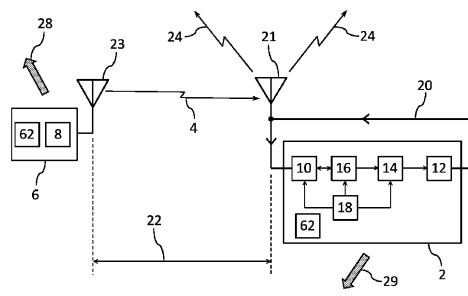
〔 0 0 7 4 〕

- 3 0 基準測位信号を受け取って解釈
3 2 スレーブ測位信号を生成
3 4 スレーブ測位信号を受け取って解釈
3 6 基準測位信号とスレーブ測位信号との間の周波数差を測定
3 8 相対的な動きに関連するドップラーを推定
4 0 ドップラーについて周波数差を補正
4 2 補正された周波数差に従ってステアリング済みのクロックの周波数を調整
4 4 反復
4 6 基準測位信号とスレーブ測位信号との間の時間差を測定
4 7 基準送信機と測位ユニット装置との間の距離を推定
4 8 基準信号伝搬遅延を計算
5 0 時間差及び伝搬遅延に従ってスレーブ測位信号の生成を調整
5 2 反復

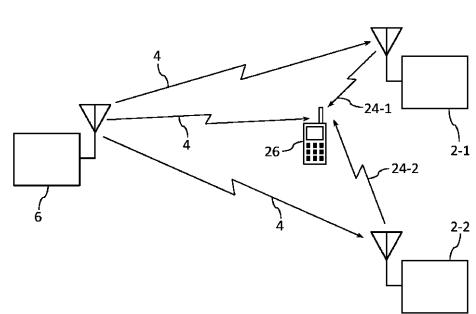
【 四 1 】



【 义 3 】



10



【図4】

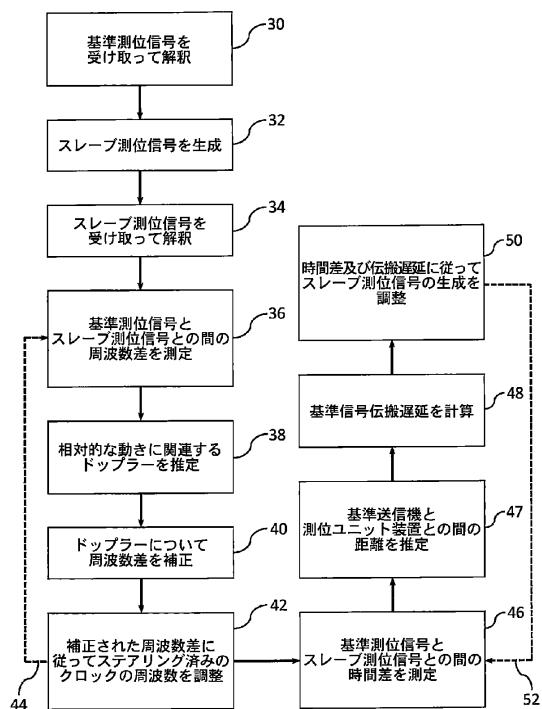


FIG 4

【図5】

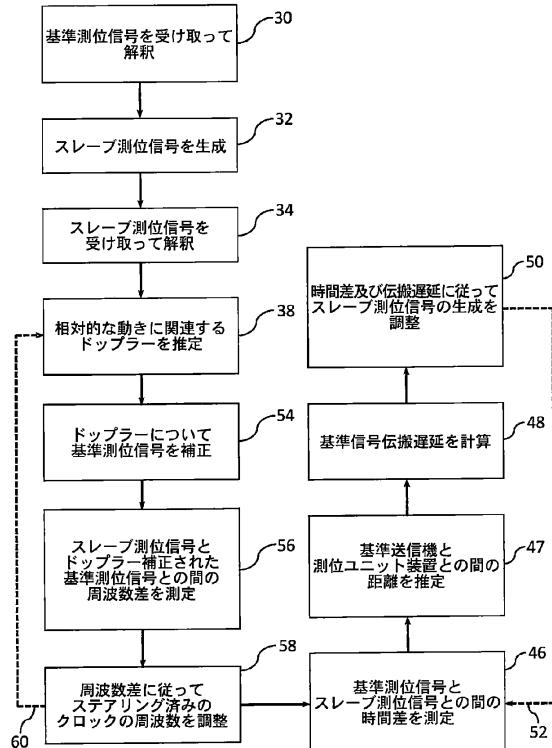


FIG 5

【図6】

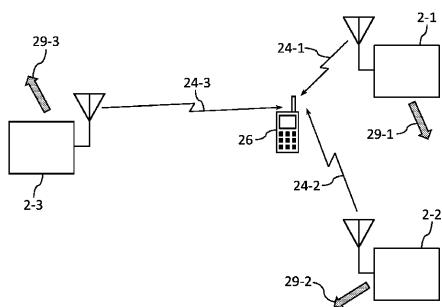


FIG 6

フロントページの続き

(74)代理人 100067013
弁理士 大塚 文昭
(74)代理人 100109070
弁理士 須田 洋之
(74)代理人 100109335
弁理士 上杉 浩
(74)代理人 100120525
弁理士 近藤 直樹
(72)発明者 スモール デイヴィッド
オーストラリア ニューサウスウェールズ 2630 ヌメララ ベレスフォード ロード 11
47

審査官 山下 雅人

(56)参考文献 特表2005-507085 (JP, A)
特開2009-270928 (JP, A)
特開平09-096671 (JP, A)
国際公開第2014/004879 (WO, A1)
特開2000-121717 (JP, A)
特開2005-201737 (JP, A)
特開2002-228737 (JP, A)
米国特許出願公開第2010/0156545 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 5/00 - 5/14
G01S 19/00 - 19/55
H04W 4/00 - 99/00